EXERCICES PRATIQUES DU MODULE 7

ANALYSE STRUCTURALE DES SURFACES PLISSÉES

Pour définir la géométrie tridimensionnelle d'un pli régional, on doit connaître l'attitude de sa surface axiale, de son axe ainsi que l'angle d'ouverture entre les deux flancs du pli. Les techniques stéréographiques et apprentissages suivants seront abordés dans ce laboratoire :

- Décrire un pli régional en donnant l'orientation et la géométrie de sa surface axiale, de son axe, de l'angle d'ouverture entre ses flancs et de la forme de la surface plissée.

- Sur une projection stéréographique, l'axe d'un pli régional peut être déterminé à l'aide de la ceinture de distribution des pôles des surfaces plissées. L'axe des plis régionaux correspond au pôle du plan qui contient les πS_0.

- La surface axiale d'un pli est généralement parallèle au clivage. Sur une projection stéréographique, l'orientation de la moyenne des plans de clivage régionaux correspondra à l'orientation de la surface axiale régionale.

- Sur un diagramme d'isocontours des πS_0, les maxima πS_0 sur le grand cercle de dispersion des pôles des surfaces plissées correspondent aux flancs des plis régionaux. La distribution des maxima de part et d'autre de la surface axiale du pli caractérisera l'angle d'ouverture entre les flancs et la géométrie du pli (asymétrique, en chevron, sinueux).

- Les éléments structuraux qui se forment lors d'un même épisode de déformation sont dits compatibles et conformes à un même état de contrainte régional. Les structures mégascopiques observées sur le terrain telles que les axes de plis et les linéations L_{01} seront dites compatibles avec les plis régionaux si leur attitude est parallèle à celle des plis régionaux. Parallèlement, si l'orientation des plans de clivage mesurés sur le terrain est parallèle à la surface axiale régionale, ils seront également compatibles.

L'AXE DU PLI

La projection de données de surfaces plissées sur un stéréogramme nous permet de retrouver l'orientation de l'axe des plis régionaux. Ces constructions sont particulièrement utiles lorsque la dimension des plis dans la région cartographiée est supérieure à l'échelle d'observation, soit l'affleurement.

Les données structurales de la surface plissée relevées ponctuellement sur les affleurements représentent en fait une série de plans tangents à la surface régionale courbe (figure 1a). Les pôles des surfaces plissées sont contenus dans un même plan qui est perpendiculaire à l'axe du pli (figure 1b). Pour une telle géométrie de plis cylindriques, les axes de plis mégascopiques et les linéations L_{01} mesurées sur le terrain sont subparallèles à l'axe du pli régional. Une projection stéréographique des pôles de la surface plissée permettra de retrouver l'orientation de l'axe de pli régional (figure 1c).

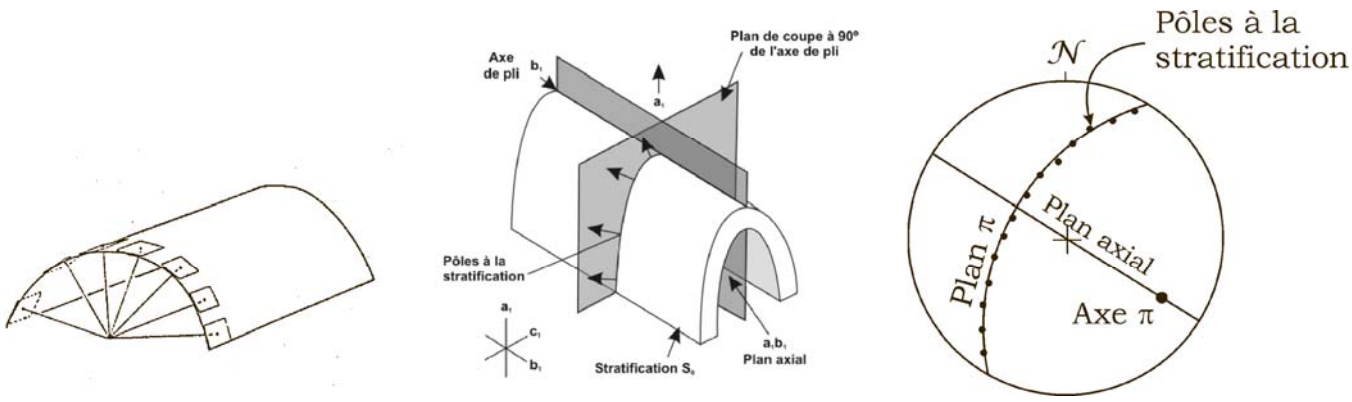


Figure 1. Les pôles des plans tangents à une couche plissée sont contenus dans un même plan perpendiculaire à l'axe de pli régional.

Géométriquement, l'axe d'un pli peut être défini de deux façons sur une projection stéréographique:

1. Sur un canevas β, l'axe de pli correspond tout simplement à l'intersection des surfaces plissées, qui est en fait la droite commune à tous les plans tangents de la surface (figure 2).

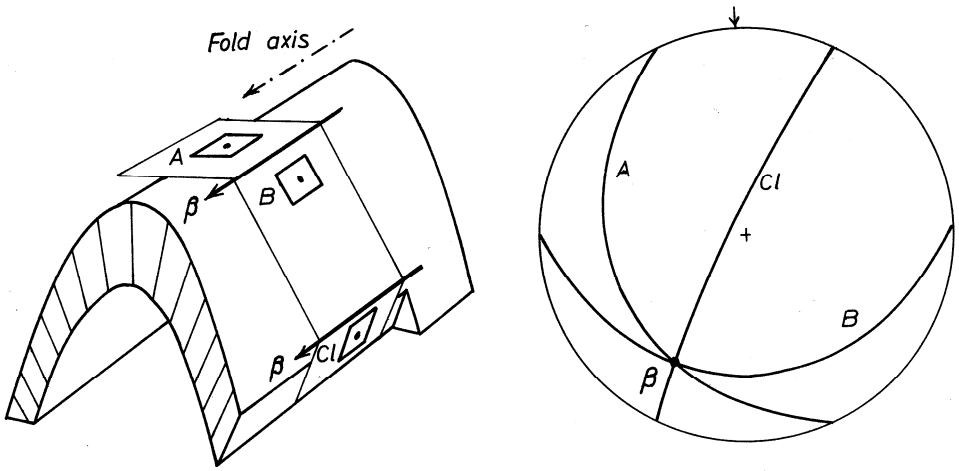


Figure 2. Canevas β des surfaces plissées. L'axe de pli régional correspond à l'intersection de tous les plans de la surface plissée.

2. sur un canevas π (pôles des surfaces), les pôles des plans de la surface plissée mesurés sur le terrain sont contenus dans un plan commun (plan π) et donc sur un même grand cercle sur une projection. L'axe du pli correspondra à la normale au plan π (figure 3).

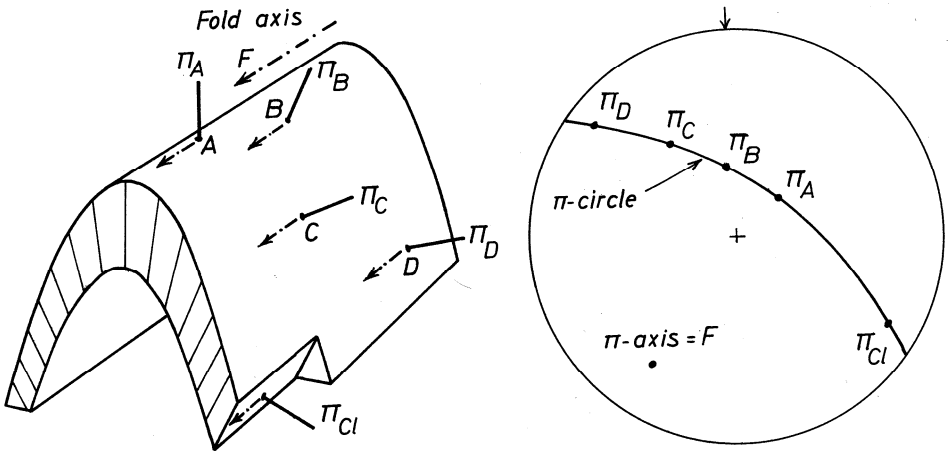


Figure 3. Canevas π des surfaces plissées.

LA SURFACE AXIALE

Il est impossible de mesurer directement sur le terrain l'attitude (la direction et le pendage) de la surface axiale d'un pli régional. Par contre, il est possible de déduire son attitude de plusieurs façons :

1. À partir de la trace de la surface axiale sur une carte géologique et d'une analyse statistique de la surface plissée (figure 4). Il s'agit donc dans un premier temps de construire un diagramme π à l'aide des orientations des surfaces plissées données sur la carte et de retrouver l'orientation de l'axe du pli qui correspond au pôle du plan qui contient les pôles des surfaces plissées. Ensuite l'on projette la direction de la trace de la charnière telle que mesurée sur la carte. Puisque l'on sait que par définition la surface axiale d'un pli contient l'axe du pli, la dernière étape consiste à tracer le grand cercle représentatif de la surface axiale dont on connaît la direction, de façon à ce que le grand cercle définissant le pendage de la surface axiale passe par l'axe du pli (figure 4).

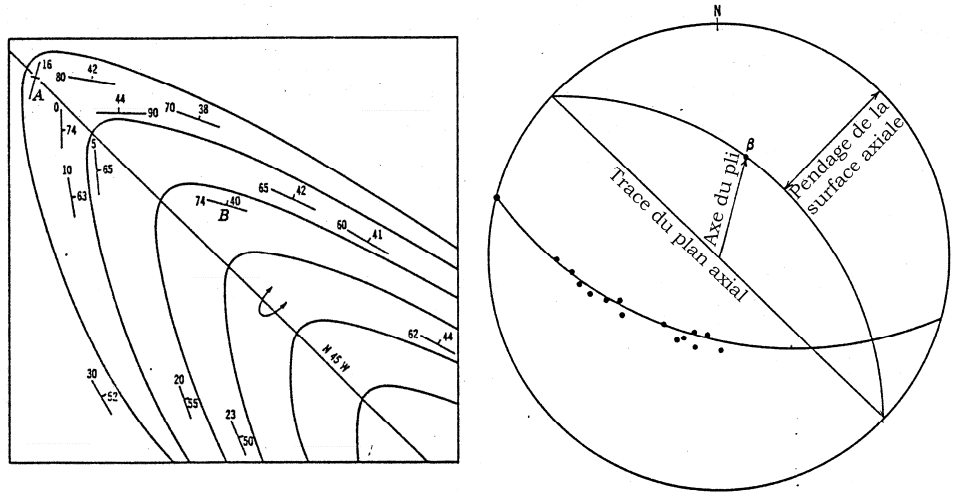


Figure 4. Carte d'un pli déversé et canevas des données structurales du pli.

2. En connaissant la direction et le pendage du clivage régional associé aux plis. Le clivage correspond au plan d'aplatissement défini par l'état de contrainte régional et se développe parallèlement à la surface axiale d'un pli. Sur une projection stéréographique, la surface axiale correspondra au plan moyen des clivages régionaux.

GÉOMÉTRIE DES FLANCS DES PLIS

Les constructions stéréographiques nous permettent également d'analyser les caractéristiques géométriques des plis. Les plis de forme symétrique présenteront des patrons symétriques de répartition des pôles des surfaces plissées (πS_0) sur des projections stéréographiques (figure 5). Il ne faut pas oublier que les projections stéréographiques que nous utilisons représentent la surface inférieure d'une sphère.

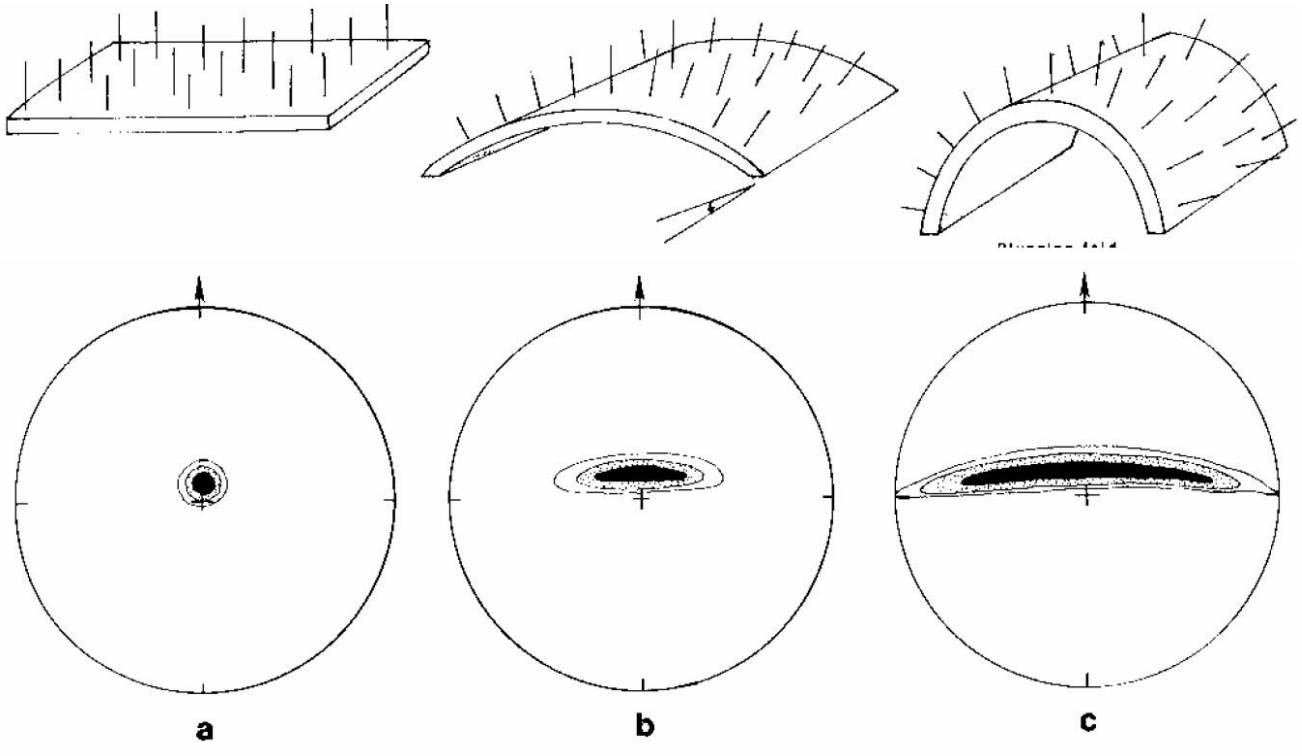


Figure 5. Couches horizontale et plissées et représentations graphiques par diagrammes isocontours des πS_0 sur une projection stéréographique.

Les projections stéréographiques de différentes formes de plis régionaux présenteront des répartitions d'isocontours de densité des πS_0 différents (figure 6). Pour un pli en chevron par exemple, deux concentrations maximales se dessineront clairement sur la projection.

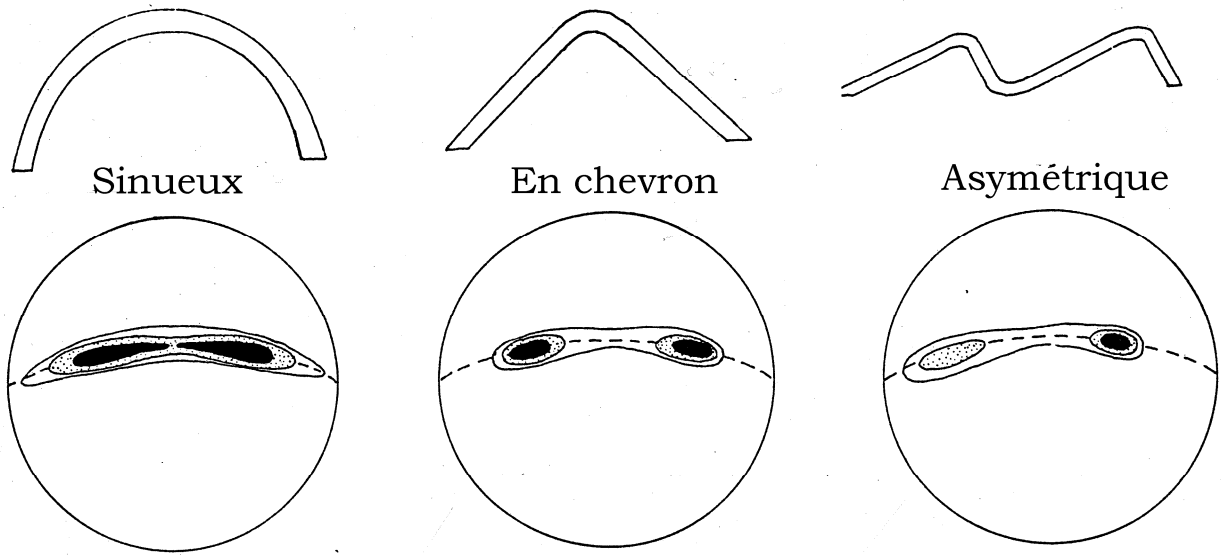


Figure 6. Différentes formes de pli et diagrammes isocontours πS_0.

Pour un pli asymétrique, une des concentrations maximales sera constituée d'un nombre plus importants de données, soit celle représentant le flanc long du pli.

Sur une projection d'isocontours de densité de surfaces plissées (πS_0) deux maxima se définissent et correspondent aux flancs du pli. Chaque concentration maximale des données πS_0 représentera l'orientation d'un des flancs du pli (figure 7). L'angle d'ouverture d'un pli pourra être mesuré sur le canevas et correspondra à la valeur angulaire entre les deux maxima mesurée sur le grand cercle de dispersion des pôles des surfaces plissées (figure 7). La surface axiale du pli correspondra au plan moyen localisé à mi-chemin entre les deux flancs du pli (figure 7).

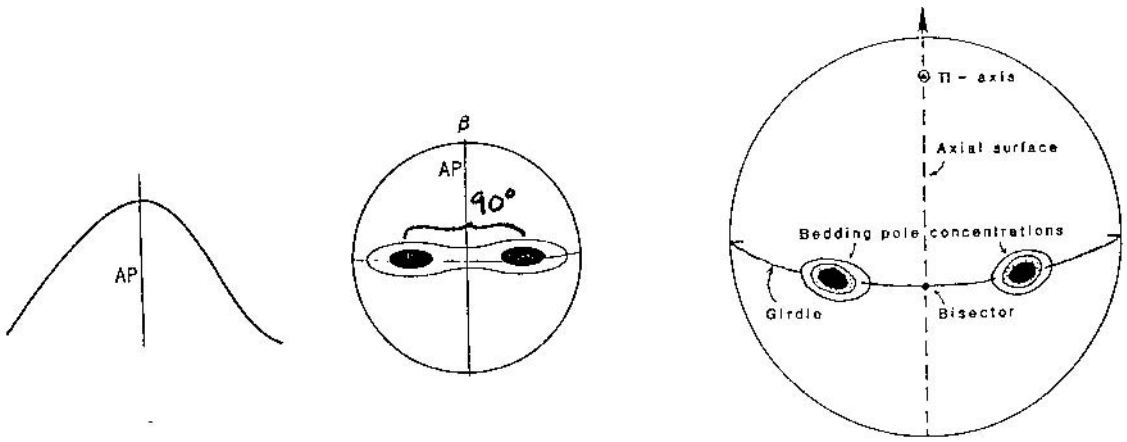


Figure 7. Forme d'un pli et diagramme d'isocontours des πS_0.

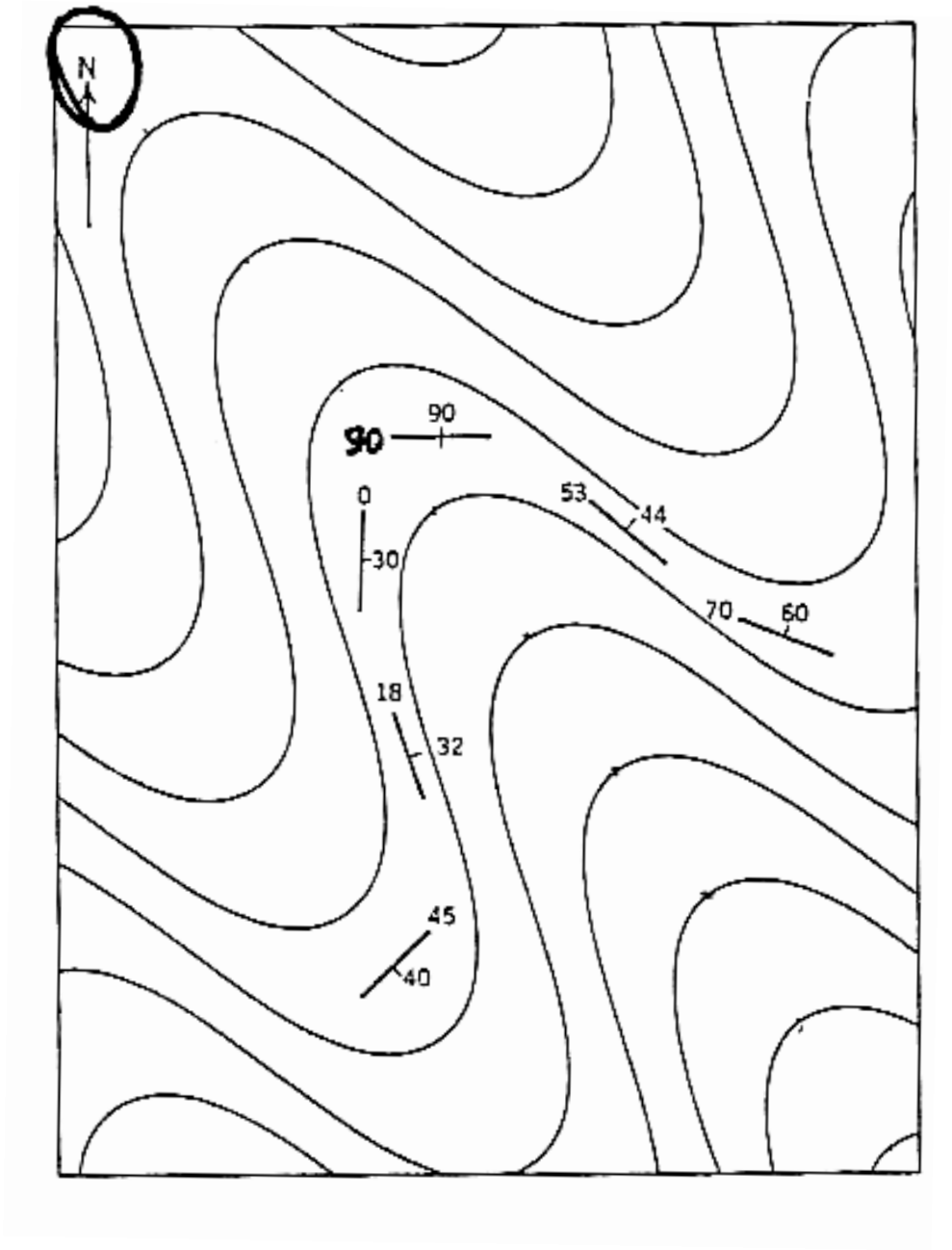
EXERCICE 1 - Axe de pli

À l'aide des données de surfaces plissées suivantes déterminez l'axe du pli sur un canevas β et un canevas πS_0.

248/30
240/45
268/16
035/35
041/50
020/20
244/37
015/12
060/59

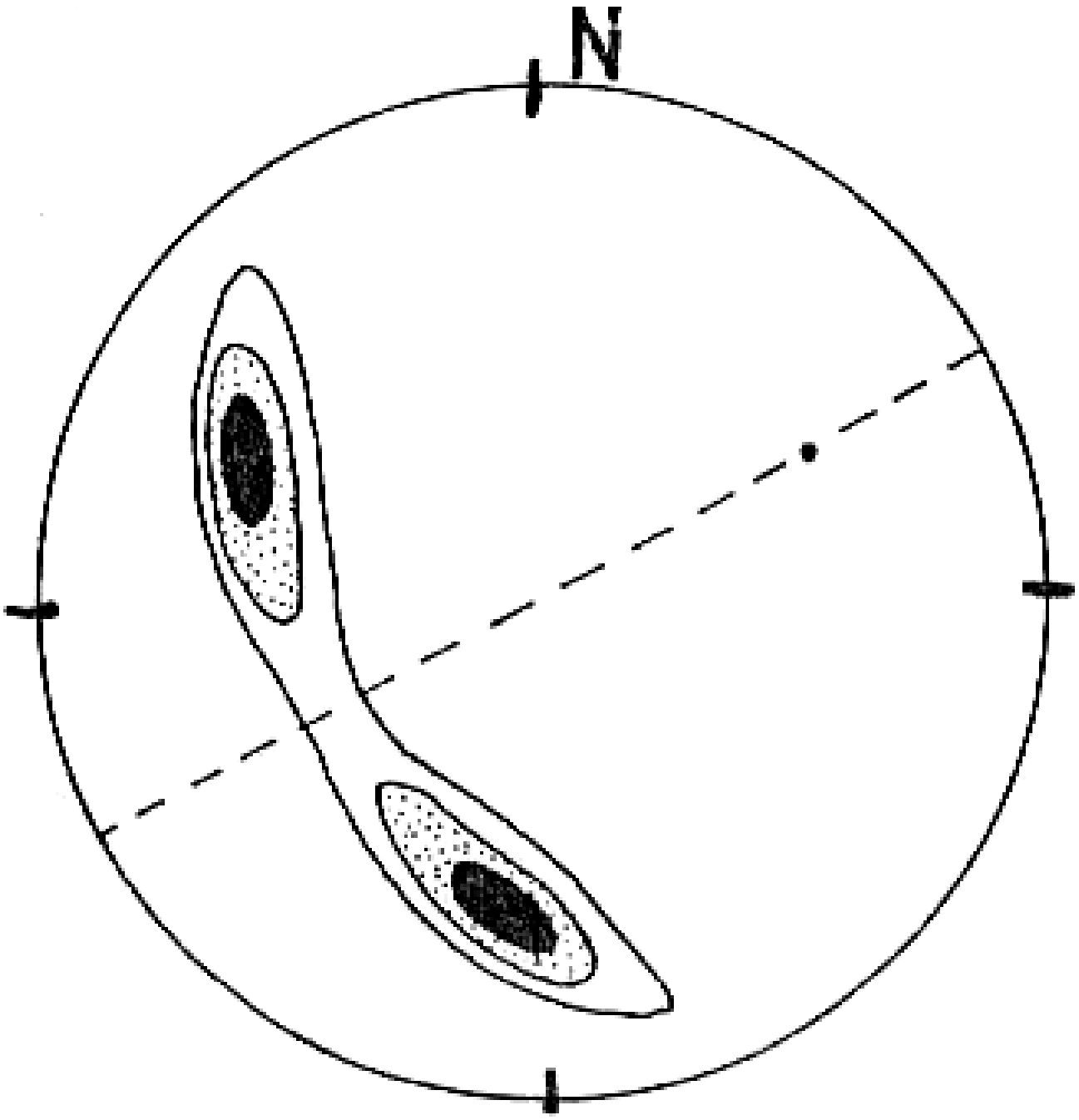
EXERCICE 2 – Plan axial

Déterminez l'orientation de l'axe et du plan axial du pli de la figure ci-dessous.



EXERCICE 3 – Analyse géométrique d'un pli

La figure suivante représente un diagramme π d'un pli régional. Déterminez le type de pli (classification de Fleuty) et l'angle d'ouverture du pli.



EXERCICE 4 – Plan axial d'un pli régional

Les données présentent l'orientation d'une foliation régionale. Construisez un diagramme de densité des pôles de ces surfaces. Que peut-on déduire quand à la géométrie des plis régionaux?

Direction	Pendage	Direction	Pendage	Direction	Pendage
24	39	12	22	231	41
23	34	16	24	232	22
13	39	23	24	320	24
23	44	358	19	238	12
32	31	14	76	249	24
323	22	32	48	243	22
279	19	219	23	34	64
243	59	36	37	34	61
326	25	212	44	27	24
22	14	33	28	325	19
18	69	244	24	228	28
32	48	211	21	43	62
220	25	222	36	35	35
349	35	218	21	25	37
34	34	218	28	339	67
34	29	14	26	14	28
29	38	34	38	218	43
21	42	254	19	49	29
22	39	222	22	242	58
104	71	192	64	14	41
26	16	198	57	12	26
19	37	218	58	37	45
349	32	223	31	24	24
23	28	318	25	211	51
23	37	32	26	317	41
284	22	29	37	10	25
28	41	18	57	26	15
23	36	34	77		
19	33	21	79		
33	32	19	27		
25	26	23	42		

EXERCICE 5 – Analyse structurale d'une région

À l'aide des données structurales ci-dessous, projetez sur un même stéréogramme les π des surfaces S_0 et S_1 ainsi que les L_{01}. Déterminez l'orientation du plan axial et de l'axe du pli régional. Déterminez le type de pli (classification de Fleuty) et l'angle d'ouverture du pli.

Stratification (S0)						Clivage (S1)	
Direction	**Pendage**	**Direction**	**Pendage**	**Direction**	**Pendage**	**Direction**	**Pendage**
155	68	135	21	5	65	195	78
156	35	132	34	90	30	170	60
99	30	103	22	98	28	186	70
83	23	35	24	50	27	188	65
37	15	10	25	12	50	192	63
17	80	18	79	28	53	197	55
30	52	20	75	31	45	8	75
40	50	35	42	100	30	185	62
70	32	83	32	146	43	180	68
87	30	115	38	111	22	187	65
145	43	0	45	180	62	172	65
87	30	15	90	5	88	186	57
145	43	25	18	45	45	195	75
87	14	130	19	107	20	190	60
127	27	133	37	18	85		
137	36	130	30	28	50	**Linéations (L_{01})**	
93	12	36	65	90	17	**Direction**	**Plongée**
55	55	55	65	40	35	195	24
58	58	80	65			180	23
55	55	28	62			180	23
47	47	55	60			192	34
5	85	163	27			195	30
12	85	197	75			185	22
129	36	40	30			170	12
21	82	193	85			187	18
118	27	90	20			184	13
20	80	20	60			193	17
115	38	105	35			200	27
15	90	197	60			205	38
10	75	10	75			198	40
8	75	172	65			185	20
185	80	20	60			195	5
12	65	23	53			187	18
18	80	20	40			200	8
12	82	22	75			186	10
192	85	15	27			199	15
85	35	40	30			187	5
						186	22
						195	23